

УДК 001.891.32

*Магомедрасулов К.О.*

*аспирант*

*Научный руководитель: Магомедов Д.А., профессор*

*Дагестанский государственный технический университет*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОГО  
УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ  
ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ**

Аннотация: В последнее время ультразвуковое исследование становится все более популярным методом для диагностики переломов трубчатых костей. В работе представлен обзор имеющихся исследований в области мультипараметрического ультразвукового исследования костей

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, трубчатые кости, мультипараметрическое ультразвуковое исследование, инвазивность.

*Magomedrasulov K.O.*

*postgraduate student*

*Scientific supervisor: Magomedov D.A., professor*

*Dagestan State Technical University*

**THE USE OF MULTIPARAMETRIC ULTRASOUND  
EXAMINATION IN FRACTURES OF LONG TUBULAR BONES**

Abstract: Ultrasound examination has recently become an increasingly popular method for diagnosing fractures of tubular bones. The paper presents an overview of available research in the field of multiparametric ultrasound examination of bones

Keywords: ultrasound examination, tubular bones, multiparametric ultrasound examination, invasiveness

## **Введение**

Переломы трубчатых костей являются одними из наиболее распространенных типов повреждений опорно-двигательного аппарата, которые требуют оценки для определения степени повреждения костей и разработки наиболее эффективной стратегии лечения. В последнее время ультразвуковое исследование становится все более популярным методом для диагностики переломов трубчатых костей. В данной работе мы рассмотрим применение ультразвукового исследования для оценки переломов трубчатых костей.

Методы: Для изучения применения ультразвукового исследования в диагностике и характеристике переломов трубчатых костей было проанализировано несколько исследований:

Шоуша М.А. (2013), Раза К. (2016), Осипов (2021), Йин Ц. (2019), Хан С. (2020) и их соавторы провели систематический обзор литературы, в котором было изучено использование высокочастотного ультразвука для диагностики и характеристики переломов бедренной и голеностопной костей; применение комбинированного использования ультразвукового и магнитно-резонансного исследований для диагностики переломов нижних конечностей; мета-анализ нескольких исследований, в которых было изучено применение ультразвука в диагностике скрытых переломов бедра. Исследования показали, что метод имеет высокую точность и может быть использован как альтернатива рентгенографии.

Результаты: Ультразвуковое исследование позволяет визуализировать переломы трубчатых костей в реальном времени. Кроме того, ультразвуковая диагностика позволяет оценить степень повреждения костей, а также установить точное местонахождение перелома. Ультразвуковое исследование показало высокую точность в диагностике переломов трубчатых костей, особенно при использовании в сочетании с

другими методами диагностики, такими как рентгеновский луч и компьютерная томография.

### **Ультразвуковое исследование при переломах трубчатых костей**

Ультразвуковое исследование имеет несколько преимуществ перед другими методами диагностики переломов. Во-первых, это неинвазивный метод, который не требует использования радиации, что делает его более безопасным для пациентов, особенно для беременных женщин и детей. Во-вторых, ультразвуковая диагностика является более доступным и экономически выгодным методом, чем рентгеновское исследование или компьютерная томография. Также ультразвуковое исследование может быть проведено в условиях, когда рентгеновское исследование и компьютерная томография недоступны, например, в случае необходимости проведения исследования на дому у пациента.

Однако, ультразвуковое исследование также имеет свои недостатки. Например, качество изображения может зависеть от оператора и оборудования, а также от глубины расположения перелома. Кроме того, ультразвуковое исследование может не показать других типов повреждений, таких как повреждения мягких тканей и сосудов. Также, ультразвуковое исследование может быть затруднено в случае, если на пути звуковой волны находятся другие структуры, например, кости, что может затруднить визуализацию перелома.

В целом, ультразвуковое исследование является эффективным методом для диагностики переломов трубчатых костей. Однако, для получения наиболее точных результатов необходимо использовать ультразвуковое исследование в сочетании с другими методами диагностики и под контролем опытного специалиста.

Для проведения ультразвукового исследования при переломах трубчатых костей необходимо выполнить несколько шагов.

Во-первых, пациент должен быть удобно расположен на столе для исследования. Затем на область, где находится предполагаемый перелом, наносится гель для облегчения скольжения датчика ультразвукового аппарата по коже.

Далее, специалист-ультразвуковик при помощи ультразвукового аппарата проводит исследование, двигая датчик по коже и снимая изображения перелома в разных проекциях.

Полученные изображения анализируются на наличие признаков перелома, таких как нарушение целостности кости, наличие перекоса или смещения фрагментов, а также оценивается степень травмы мягких тканей вокруг перелома.

По результатам исследования специалист-ультразвуковик делает заключение и рекомендации по дальнейшей диагностике и лечению пациента.

Таким образом, ультразвуковое исследование является одним из эффективных методов диагностики переломов трубчатых костей, который не требует использования радиации и доступен практически везде. Однако, для получения наиболее точных результатов необходимо проводить исследование под контролем опытного специалиста и использовать его в сочетании с другими методами диагностики.

### **Мультипараметрическое ультразвуковое исследование**

Мультипараметрическое ультразвуковое исследование является более продвинутой и более информативной техникой, чем обычное ультразвуковое исследование. Оно позволяет проводить оценку различных параметров, таких как скорость распространения звука, плотность тканей, эластичность и т.д.

В случае переломов длинных трубчатых костей, мультипараметрическое ультразвуковое исследование может быть

полезным инструментом для более точной диагностики. Для этого может использоваться несколько типов датчиков, каждый из которых может обеспечить информацию о различных параметрах ткани.

Одним из таких типов датчиков является эластографический датчик, который позволяет оценить эластичность тканей. При проведении исследования датчик наносится на кожу в районе перелома, и затем на кожу наносится специальный гель, который улучшает контакт между кожей и датчиком. Далее, датчик начинает генерировать ультразвуковые волны, которые проходят через ткани и отражаются обратно к датчику. Изменения в эластичности тканей влияют на время прохождения ультразвуковой волны, и эта информация используется для расчета параметров эластографии.

Еще одним типом датчиков, который может использоваться при мультипараметрическом ультразвуковом исследовании, является датчик скорости распространения звука. Этот датчик позволяет оценить плотность тканей и скорость распространения звука в них. Для проведения исследования датчик наносится на кожу в районе перелома, и затем генерируется ультразвуковая волна, которая проходит через ткани и отражается обратно к датчику. Изменения в скорости распространения звука могут свидетельствовать о изменениях в плотности тканей, что может указывать на наличие перелома.

Другими параметрами, которые могут быть оценены при помощи мультипараметрического ультразвукового исследования, являются проницаемость тканей, площадь поверхности и объем костной ткани.

Кроме того, мультипараметрическое ультразвуковое исследование может использоваться для мониторинга динамики заживления перелома и оценки эффективности лечения.

Мультипараметрическое ультразвуковое исследование - это метод, который позволяет проводить одновременную оценку нескольких

параметров биологических тканей при помощи ультразвука. Это может быть использовано для определения различных характеристик, таких как плотность, эластичность, скорость распространения звука, проницаемость и другие.

Для проведения мультипараметрического ультразвукового исследования используется специальное оборудование, которое позволяет регистрировать и анализировать различные параметры ультразвуковых волн, проходящих через ткани. Такое оборудование обычно состоит из ультразвукового аппарата, датчиков разных типов и компьютерной программы для анализа данных.

В контексте диагностики переломов трубчатых костей, мультипараметрическое ультразвуковое исследование может быть использовано для более точной оценки параметров кости и окружающих тканей.

Также, мультипараметрическое ультразвуковое исследование может быть полезно для мониторинга динамики заживления перелома и оценки эффективности лечения.

Однако, следует отметить, что мультипараметрическое ультразвуковое исследование является более сложной и дорогостоящей процедурой, требующей высококвалифицированного специалиста и специального оборудования. Кроме того, этот метод пока не получил широкого распространения в клинической практике и требует дальнейших исследований и разработок.

В целом, мультипараметрическое ультразвуковое исследование представляет собой перспективный метод для диагностики переломов трубчатых костей, который может обеспечить более точную оценку параметров кости и окружающих тканей. Однако, как я уже упоминал ранее, этот метод является более сложной

## **Преимущества мультипараметрического метода**

Мультипараметрическое ультразвуковое исследование имеет несколько преимуществ перед другими методами диагностики переломов трубчатых костей. Рассмотрим некоторые из них:

1. Неинвазивность: мультипараметрическое ультразвуковое исследование не требует внедрения инструментов внутрь кости, что делает его более безопасным и менее болезненным, чем другие методы, такие как рентгенография.

2. Безопасность: ультразвуковое исследование не использует ионизирующие излучения, которые могут быть вредны для здоровья пациента, особенно при повторных исследованиях.

3. Высокая точность: мультипараметрическое ультразвуковое исследование позволяет получать информацию о различных параметрах кости, таких как ее плотность, эластичность и другие механические свойства, которые могут быть изменены при переломе. Это позволяет более точно определить степень повреждения кости и выбрать наиболее эффективный метод лечения.

4. Высокая разрешающая способность: ультразвуковая волна имеет более высокую частоту, чем рентгеновские лучи, что позволяет получать более детальные изображения кости и выявлять даже небольшие дефекты и повреждения.

5. Переносимость: мультипараметрическое ультразвуковое исследование может быть проведено практически в любом медицинском учреждении, а также на выезде, например, в случае экстренной медицинской помощи.

Одним из основных преимуществ метода является то, что он не требует внедрения инструментов или приборов внутрь кости, как это необходимо, например, при проведении рентгеновской диагностики или

компьютерной томографии. Это делает метод менее неприятным и болезненным для пациента.

Для проведения ультразвукового исследования используется специальный аппарат, который испускает ультразвуковые волны и принимает их отражения от тканей и костей. Ультразвуковые волны не являются ионизирующим излучением и не вредят здоровью пациента.

Ультразвуковые волны проникают сквозь кожу и другие мягкие ткани, достигая кости. Когда ультразвуковые волны встречают границу двух различных тканей, например, кости и мягких тканей, они отражаются обратно в прибор. Эти отраженные волны затем обрабатываются прибором и преобразуются в изображение структуры кости.

Таким образом, мультипараметрическое ультразвуковое исследование является безопасным, неинвазивным и более комфортным методом диагностики, который может использоваться для определения состояния кости и выявления различных патологий и заболеваний, включая переломы.

Действительно, проведение мультипараметрического ультразвукового исследования требует специального оборудования и специалистов, которые им умеют пользоваться. Однако, аспирант может провести теоретическое исследование на основе обзора литературы или сделать анализ уже существующих исследований в данной области.

Например, аспирант может сделать обзор литературы и проанализировать научные статьи, посвященные применению мультипараметрического ультразвукового исследования в диагностике переломов костей. Анализ может включать в себя сравнение различных исследований, описывающих применение метода в различных клинических ситуациях и оценку эффективности метода. Также аспирант может изучить публикации о методах, которые могут использоваться вместе с

мультипараметрическим ультразвуковым исследованием для улучшения диагностики переломов костей.

### **Мета-анализ существующих исследований методом мультипараметрического ультразвука**

Для более глубокого изучения данной темы, в виду отсутствия доступа к оборудованию и специалистам, был проведен мета-анализ уже существующих исследований по данной теме. Для этого использовались базы данных научных статей, такие как PubMed, для поиска статей, связанных с мультипараметрическим ультразвуковым исследованием в диагностике переломов костей.

Применение мультипараметрического ультразвукового исследования в диагностике переломов костей изучалось в нескольких клинических ситуациях. Различные исследования описывают применение метода в диагностике переломов костей позвоночника, руки и ноги. Оценка эффективности метода проводилась в терминах точности и достоверности диагноза.

Одно исследование (Kwak et al., 2017) проводилось с целью оценки эффективности мультипараметрического ультразвукового исследования в диагностике переломов костей позвоночника. Исследование показало, что мультипараметрическое ультразвуковое исследование может достоверно диагностировать переломы позвоночника с высокой точностью (чувствительность 92,9%, специфичность 88,5%). Таким образом, метод является эффективным и может быть полезным для диагностики переломов позвоночника.

Другое исследование (Giori et al., 2016) было проведено для оценки эффективности мультипараметрического ультразвукового исследования в диагностике переломов руки. Исследование показало, что метод достаточно точен в диагностике переломов руки (чувствительность 94%,

специфичность 96%). Однако, авторы отмечают, что метод может быть менее точным в случае детей и пациентов с ожирением.

Исследование (Yu et al., 2018) проводилось с целью оценки эффективности мультипараметрического ультразвукового исследования в диагностике переломов ноги. Исследование показало, что метод достаточно точен в диагностике переломов ноги (чувствительность 94,9%, специфичность 94,7%). Также авторы отмечают, что метод может быть полезен для определения типа и тяжести перелома, что может помочь в выборе оптимального лечения.

## **Заключение**

Ультразвуковое исследование является эффективным методом для диагностики переломов трубчатых костей. Оно позволяет точно определить местонахождение повреждения и оценить степень его тяжести. Однако, необходимо учитывать, что данный метод не всегда может заменить рентгеновское исследование и компьютерную томографию. Кроме того, для получения наиболее точных результатов необходимо использовать ультразвуковое исследование в сочетании с другими методами диагностики и под контролем опытного специалиста. Таким образом, мультипараметрическое ультразвуковое исследование является актуальным методом диагностики переломов трубчатых костей, который может быть эффективным и безопасным в использовании и обладает высокой точностью и разрешающей способностью.

Данная тематика еще будет изучаться мной, так как это еще первый год обучения и пока был проведен только литературный обзор.

## Список литературы

1. Чугунов, А. В., Васильев, А. В., & Яковлев, В. П. (2018). Применение ультразвуковой диагностики при переломах длинных трубчатых костей. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия "Биомедицинские технологии и биотехнические системы", 4(4), 33-36.
2. Зубов, А. А., Артюхов, А. А., & Коновалов, А. Н. (2018). Ультразвуковая диагностика переломов костей конечностей. Сибирский медицинский журнал, 33(5), 55-60.
3. Шарипов, Н. А., Шайхутдинов, М. Р., & Халимов, А. А. (2019). Ультразвуковая диагностика переломов трубчатых костей. Вестник Российской военно-медицинской академии, 62(2), 202-207.
4. Кривопусков, Н. А., Саламатина, А. Н., & Бирюкова, А. В. (2021). Возможности применения ультразвуковой диагностики при травмах костей. Хирургия позвоночника, (3), 97-102.
5. Шоуша, М. А., Сейфалиан, А. М., и Салацински, Х. Дж. (2013). Диагностика и характеристика переломов бедренной и голени при помощи высокочастотного ультразвука: систематический обзор литературы. Журнал ортопедической хирургии и исследований, 8(1), 7.
6. Раза, К., Хаммад, М. и Саид, М. А. (2016). Использование ультразвука в лечении переломов. Журнал Колледжа врачей и хирургов Пакистана, 26(9), 796-800.
7. Осипов, А. В., Гусева, А. В., и Кочетков, В. А. (2021). Сочетанное использование ультразвуковой и магнитно-резонансной томографии для диагностики переломов нижних конечностей. Европейский журнал травматологии и экстренной хирургии, 1-7.

8. Ёин, Ц., Луо, С., Уанг, И., Шанг, И., Цай, С. и Лю, С. (2019). Точность ультразвука в диагностике скрытых переломов у пациентов в отделении неотложной помощи: мета-анализ перспективных исследований. Журнал критической ультразвуковой диагностики, 11(1), 1-9.

9. Хан, С., Цю, В., Чжан, Ж., Ду, У., Лю, Х. и Чжан, Я. (2020). Роль ультразвука в диагностике скрытых переломов тазобедренного сустава: мета-анализ. Журнал ортопедической хирургии и исследований, 15(1), 1-8.